



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

**Кафедра «Машины и технология обработки металлов
давлением»**

АВТОМАТИЗАЦИЯ, РОБОТОТЕХНИКА И ГИБКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Методические указания

**Минск
БНТУ
2014**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Машины и технология обработки металлов давлением»

АВТОМАТИЗАЦИЯ, РОБОТОТЕХНИКА И ГИБКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Методические указания
для студентов заочной формы получения образования
специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки
материалов давлением»

Минск
БНТУ
2014

УДК 621.73:658.512.22–027.43:004.9(075.8)

ББК 34.62я7

А22

Составитель

В. И. Любимов

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *Г. Н. Здор*;

канд. техн. наук, доц. *С. А. Барташевич*

Издание предназначено для самостоятельного изучения студентами заочной формы получения образования дисциплины «Автоматизация, робототехника и гибкие производственные системы» и содержит программу дисциплины, сведения о рекомендуемой литературе, методические указания и вопросы для самопроверки по каждой теме, контрольные задания и рекомендации по их выполнению.

© Белорусский национальный
технический университет, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Целью дисциплины является подготовка специалистов, способных в условиях современного производства, оснащенного механизированным и автоматизированным технологическим оборудованием, автоматическими линиями и комплексами, решать сложные инженерно-технические задачи по его дальнейшему совершенствованию.

Для подготовки специалистов, отвечающих этим требованиям, учебной программой дисциплины предусматривается изучение широкого круга конструкторско-технологических, организационно-технических и экономических вопросов.

Изучение дисциплины «Автоматизация, робототехника и гибкие производственные системы» требует знаний ряда ранее изучаемых дисциплин, таких как физика, математика, инженерная графика, теория механизмов, машин и манипуляторов, детали машин, гидравлика и гидропривод, электротехника и электрические машины, электроника и микропроцессорная техника технологияковки и горячей штамповки, технология листовой штамповки, нагрев и нагревательные устройства, теория, расчеты и конструкции кузнечно-штамповочного оборудования.

Материал дисциплины закладывает основу профессиональной подготовки инженеров в области автоматизации кузнечно-штамповочного производства, которая углубляется конкретной специализацией в следующей практической деятельности.

Для достижения цели дисциплины необходимо решить следующие задачи:

- усвоить особенности разработки технологических процессов автоматизированного производства;
- изучить элементы автоматических производственных систем;
- усвоить принципы и методы автоматизации производственных процессов;
- изучить средства механизации и автоматизации кузнечно-штамповочного производства.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- конструкции и принцип действия типовых захватных органов; электро-, пневмо- и гидроприводов; преобразующих механизмов; пра-

вильно-разматывающих, подающих, накопительных, загрузочных, ориентирующих, удаляющих и транспортирующих устройств; управляющих, контролирующих, информационных и блокирующих устройств; манипуляторов и промышленных роботов; автоматов, автоматических линий и комплексов для обработки материалов давлением;

- особенности разработки технологических процессов автоматизированного производства;

- принципы построения автоматических линий, комплексов и гибких производственных систем;

- методики расчета типовых конструкций и приводов средств автоматизации; цикловой и фактической производительности автомата и автоматической линии;

уметь:

- разрабатывать технологические процессы как основу для проектирования машин-автоматов и автоматических линий с учетом специфических требований к изделиям, стабильности технологических параметров, дифференциации и концентрации операций;

- анализировать варианты автоматизации технологических процессов с целью выбора наиболее оптимальных по критериям качества, надежности, технико-экономическим показателям;

- выбирать оптимальную степень автоматизации проектируемого оборудования;

- разрабатывать принципиальную схему автомата, структурную и компоновочную схему автоматизированной линии или комплекса;

- выбирать тип системы управления, составлять техническое задание на ее разработку;

- разрабатывать конструкцию средств автоматизации и устройств управления и контроля;

- строить цикловую диаграмму работы автоматизированного комплекса и рассчитывать его производительность.

Согласно учебному плану предусматриваются следующие виды занятий:

- лекции – 18 ч;

- лабораторные занятия – 10 ч;

- выполнение контрольной работы.

Успешное изучение дисциплины требует по возможности более полного использования рекомендуемой литературы.

1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1.1. Введение

Тема 1. Предмет и задачи дисциплины

Предмет и задачи дисциплины. Понятия механизации и автоматизации. Цели и основные принципы автоматизации производственных процессов. Техничко-экономическая эффективность автоматизации.

Литература: [1, введение; глава 1 (§ 2–5)]; [4, глава 1]; [6, глава 1 (§1.1–1.3)].

Методические указания. При изучении данной темы необходимо усвоить, что автоматизация технологических процессов осуществляется в целях увеличения производительности труда, уменьшения трудоемкости, улучшения организации и условий работы, но при этом она должна быть экономически оправдана.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение механизации и автоматизации.
2. С какой целью осуществляется автоматизация?
3. Перечислите основные принципы, которыми следует руководствоваться при автоматизации производственных процессов.
4. Назовите основные показатели технико-экономической эффективности автоматизации.

Тема 2. Особенности автоматизации кузнечно-штамповочного производства

Особенности автоматизации кузнечно-штамповочного производства. Задачи, решаемые автоматизацией в кузнечно-штамповочном производстве. Требования к автоматизируемым технологическим процессам. Методы и средства автоматизации кузнечно-штамповочного производства. Особенности применения средств автоматизации в массовом и серийном производствах.

Литература: [1, глава 1 (§ 1–3); глава 2 (§ 6)]; [4, глава 1]; [6, глава 1 (§ 1.4–1.6)].

Методические указания. Необходимо уяснить, что современное кузнечно-штамповочное оборудование характеризуется высокой производительностью. Это приводит к тому, что машинное время, затрачиваемое на обработку одной детали, мало и зачастую составляет доли секунды. Основное же время расходуется на различные вспомогательные операции. Именно за счет автоматизации вспомогательных операций можно значительно уменьшить время обработки деталей.

Следует усвоить, что техническая и экономическая эффективность автоматизации зависит от уровня технологической подготовки и организации производства, уровня и стабильности качества выпускаемой продукции. Особое внимание следует обратить на такие условия эффективной автоматизации технологических процессов, как технологичность деталей, обеспечение поточности изготовления их, типизация и унификация деталей и технологических процессов, концентрация операций, устойчивость технологических процессов.

Следует также уяснить, что подходы к автоматизации различных типов производства различны. Методы автоматизации должны соответствовать особенностям производства. Выбор метода определяется индивидуальными особенностями деталей и технологических процессов штамповки, номенклатурой и производственной программой выпуска деталей, закрепленных за данным оборудованием или линией.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются основные особенности автоматизации кузнечно-штамповочного производства?
2. Какие задачи решаются при автоматизации кузнечно-штамповочного производства?
3. Охарактеризуйте требования, предъявляемые к автоматизируемым технологическим процессам.
4. В чем заключаются принципиальные отличия массового и серийного типов производства?
5. Охарактеризуйте уровень автоматизации массового и серийного производства, дайте сравнительную оценку уровню производительности и себестоимости выпускаемой продукции.
6. Какие методы и средства автоматизации применяют в массовом и серийном производстве?

1.2. Общие сведения об автоматических технических системах

Тема 3. Общие сведения об автоматике

Общие сведения об автоматике, как науки об общих принципах и методах построения автоматических технических систем. Понятия: управление, система автоматического управления, алгоритм управления. Средства и элементы автоматике. Функции основных элементов автоматике (датчиков, преобразующих элементов, усилителей, исполнительных устройств, реле, вычислительных устройств, элементов передачи и связи, согласующих и вспомогательных элементов).

Литература: [2, введение (§ 3), глава 1]; [3, глава 1].

Методические указания. Необходимо усвоить, что понимается под объектом управления, автоматической системой, системой автоматического управления, алгоритмом управления. Следует получить четкое представление о назначении элементов автоматических систем.

Вопросы для самопроверки

1. Что изучает наука автоматика? Что понимается под «автоматизацией»?
2. Что понимается под автоматической системой?
3. Перечислите основные элементы автоматических систем и поясните их функциональное назначение.
4. Назовите общие характеристики и параметры элементов автоматике.

Тема 4. Классификация автоматических систем

Классификация автоматических систем по назначению (системы автоматического контроля, регулирования, управления, защиты и др.), по наличию обратной связи (разомкнутые и замкнутые), по закону изменения регулируемой величины (системы стабилизации, системы программного регулирования, следящие системы) и другим признакам.

Литература: [2, введение (§ 3)]; [3, глава 5 (§ 1–9)].

Методические указания. При изучении данного раздела необходимо усвоить, что автоматические системы, применяемые при автоматике

зации производственных процессов, могут иметь различное назначение. Кроме того автоматические системы одного назначения могут быть построены на разных принципах и иметь множество различных отличительных особенностей. Рекомендуется детально ознакомиться с признаками классификации автоматических систем и научиться составлять структурные схемы различных автоматических систем.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите структурную схему системы автоматического контроля и поясните принцип ее работы.
2. Как называется система автоматического управления, работающая по жесткой (неизменяемой) программе? Приведите ее структурную схему и поясните особенности ее работы.
3. Как называется система автоматического управления, работающая по изменяемой программе? Приведите ее структурную схему и поясните особенности ее работы.
4. Поясните сущность систем автоматического регулирования, работающих по различным законам (системы стабилизации, системы программного регулирования, следящей системы).
5. Какие системы автоматического управления и регулирования называются непрерывными, а какие – дискретными?
6. Какие системы называются релейными, импульсными, цифровыми?

Тема 5. Датчики систем автоматики

Основные параметры датчиков. Требования к датчикам. Классификация датчиков по характеру выработки сигнала (параметрические и генераторные), по характеру зависимости выходного сигнала от входного, по характеру преобразования сигналов, по назначению в системах автоматического управления, по характеру взаимодействия с контролируемым объектом и другим признакам.

Принципы действия и области применения различных типов датчиков (потенциометрических, тензометрических, пьезоэлектрических, фотоэлектрических, индуктивных, тахометрических и др.).

Литература: [2, глава 1 (§ 2)]; [3, глава 2].

Методические указания. Датчики в автоматических системах являются элементами, поставляющими информацию об управляемом

объекте. Воспринимая информацию от объекта управления, они преобразуют ее в форму удобную для дальнейшего использования в устройстве автоматического управления. Подавляющее большинство датчиков преобразует входную информацию в электрический сигнал. К датчикам предъявляются очень жесткие требования по точности преобразования входного сигнала, стабильности преобразования при воздействии различных помех, при изменении условий эксплуатации, быстрой реакции, взаимозаменяемости и т. д.

При изучении темы необходимо усвоить классификацию и основные параметры датчиков, изучить принципы действия, возможности и области применения датчиков различных типов.

Вопросы для самопроверки

1. В каких целях используются датчики в автоматических системах?
2. Перечислите наиболее важные требования, предъявляемые к датчикам.
3. Что понимается под статической характеристикой датчика, его чувствительностью, порогом чувствительности, инерционностью?
4. По каким признакам классифицируются датчики?
5. Чем отличаются генераторные датчики от параметрических? Приведите примеры датчиков обоих типов.
6. Как классифицируются датчики по назначению в системах автоматизации и по характеру взаимодействия с объектом?
7. Дайте характеристику пропорциональным, нелинейным, релейным, циклическим, импульсным датчикам.
8. Приведите схему, поясните устройство, принцип действия и область применения потенциометрических (тензометрических, пьезоэлектрических) датчиков.
9. Приведите схему, поясните устройство, принцип действия и область применения фотоэлектрических датчиков с амплитудной и частотной модуляцией светового потока.
10. Приведите схему, поясните устройство, принцип действия и область применения кодовых фотоэлектрических датчиков «угол-код».
11. Приведите схему, поясните устройство, принцип действия и область применения оптико-электронных (оптронных) датчиков.
12. Приведите схему, поясните устройство, принцип действия и область применения индуктивных и трансформаторных датчиков.

Тема 6. Усилительные элементы систем автоматики

Классификация и особенности электрических (электронных, ионных, магнитных, электромеханических и др.), гидравлических, пневматических, комбинированных усилителей. Электромагнитные реле постоянного и переменного тока. Нейтральные (с поворотным якорем, втяжным якорем, с герметизированным магнитоуправляемым контактом) и поляризованные реле.

Литература: [2, глава 1 (§ 4, 5)]; [3, глава 3].

Методические указания. При изучении данного раздела следует усвоить принципы действия различных видов усилителей, уяснить их достоинства, недостатки и области применения. Необходимо изучить принципы работы и назначение электромагнитных реле различных типов.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните назначение усилителей, применяемых в системах автоматики.
2. Как классифицируются усилители? Охарактеризуйте основные типы усилителей.
3. Приведите схему, поясните устройство, принцип действия и область применения нейтрального и поляризованного электромагнитного реле постоянного тока с поворотным якорем.
4. Перечислите параметры, характеризующие свойства реле.
5. Приведите схему, поясните устройство, принцип действия и область применения реле с герконом.

Тема 7. Исполнительные элементы автоматических систем

Классификация исполнительных элементов. Параметрические (усилители, электромагнитные реле, контакторы) и силовые (электромагниты, электромеханические муфты, электродвигатели постоянного и переменного тока, шаговые электродвигатели, пневматические и гидравлические двигатели) исполнительные элементы.

Характеристика электродвигателей постоянного и переменного тока, шаговых электродвигателей.

Характеристика пневматических и гидравлических двигателей.

Литература: [3, глава 4]; [4, глава 6].

Методические указания. В данном разделе необходимо изучить устройство и принципы работы различных двигателей. Особое внимание следует обратить на такие характеристики двигателей, как управляемость и быстродействие, которые определяют возможность использования их в автоматических системах. Необходимо изучить структуру различных типов приводов, уяснить их особенности, технические возможности и области возможного применения.

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируются исполнительные элементы систем автоматизации? В чем состоит различие между силовыми и параметрическими исполнительными элементами?
2. Охарактеризуйте устройство, принцип работы и область применения в средствах автоматизации электродвигателей переменного (постоянного) тока.
3. Охарактеризуйте устройство, принцип работы и область применения малоинерционных электродвигателей постоянного тока (с гладким, полым немагнитным и дисковым якорем).
4. Поясните устройство, принцип работы и область применения шаговых электродвигателей. В чем состоит отличительная особенность электроприводов, построенных на шаговых электродвигателях?
5. Изобразите схему устройства и поясните принцип работы и область применения двухпозиционного электромагнитного двигателя.
6. Приведите схемы пневматических и гидравлических двигателей с линейным и поворотным движением выходного звена, поясните принципы их работы, охарактеризуйте возможности и области применения.
7. Дайте сравнительную характеристику различных типов приводов в отношении их функциональных возможностей.

1.3. Механизация и автоматизация процессов холодной штамповки из непрерывного материала

Тема 8. Разматывающе-правильные устройства для рулонного материала

Особенности автоматизации процессов холодной штамповки из непрерывного материала. Устройства для разматывания и правки

рулонного проката. Конструкции и расчет неприводных разматывающих устройств. Конструкции и расчет приводных разматывающих устройств. Конструкции и расчет правильных устройств.

Литература: [1, глава 3 (§ 12, 13)]; [4, глава 2 (§ 2.1)]; [5, глава 10 (§ 10.1)]; [13, глава 2 (§ 1)].

Методические указания. Наиболее просто и эффективно автоматизация процессов штамповки решается при использовании непрерывных материалов (ленты, проволоки, широкорулонной стали). Для штамповки непрерывного материала необходимо осуществлять подготовку, которая заключается в разматывании рулона и правке материала для устранения его кривизны. В кузнечно-штамповочном производстве для этих целей применяются устройства различных конструкций, которые могут быть подразделены на приводные совмещенные (разматывающие и правильные устройства смонтированы на одном основании и имеют общий привод) и на отдельно скомпонованные разматывающие и правильные, которые могут быть приводными и неприводными. Необходимо изучить конструкции и принцип работы разматывающих и правильных устройств различных типов, усвоить методику их расчета.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются особенности автоматизации технологических процессов штамповки из непрерывного материала?
2. Поясните типовую конструкцию, принцип работы и расчет неприводного устройства для разматывания рулонного материала.
3. Поясните типовую конструкцию, принцип работы и расчет приводного устройства для разматывания рулонного материала с установкой рулона по внутреннему диаметру.
4. В чем состоят особенности работы и расчета приводных устройств для разматывания рулонного материала с установкой рулона на приводные катки?

Тема 9. Устройства для автоматической подачи лент, полос, прутков и проволоки

Классификация и основные характеристики подающих устройств. Конструкции, принципы работы и расчет крючковых, валковых и клещевых подач.

Литература: [1, глава 2 (§ 7–9), глава 3 (§ 14)]; [4, глава 2]; [5, глава 10 (§ 10.1)]; [13, глава 2 (§ 2–4)]; [18, лабораторная работа 6.2].

Методические указания. Основным элементом любой подачи является захватный орган. Необходимо изучить конструкции, принцип работы и методику расчета различных типов захватных органов. Следует подробно ознакомиться с классификацией подач, изучить конструкции подач с различными типами захватных органов и приводов, уяснить методику расчета подач, сделать сравнительный анализ основных характеристик подач различного типа.

Автоматические подачи являются устройствами дискретного действия. Режим их работы должен быть согласован с работой прессы. Необходимо уяснить каким образом осуществляется согласование работы подачи с прессом в различных конструкциях подач.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните принцип работы различных захватных органов.
2. Охарактеризуйте условия совместной работы подающего устройства с прессом.
3. Перечислите признаки классификации устройств для автоматической подачи непрерывного материала.
4. Поясните конструкцию, принцип работы и возможности крючковой подачи.
5. Поясните устройство, принцип работы и возможности валковой подачи.
6. Изобразите конструктивно-кинематические схемы рычажно-роликового, кривошипно-рычажного, кривошипно-реечного механизмов привода валковой подачи и поясните принципы их работы.
7. Поясните назначение преобразующих механизмов периодического вращения валков валковой подачи. Изобразите схемы, объясните устройство и принципы работы фрикционной муфты обгона и храпового механизма.
8. Поясните методику расчета валковой подачи.
9. Изобразите конструктивную схему, объясните устройство и принципы работы роliko-клиновой подачи. Охарактеризуйте типы приводов подачи.
10. Приведите расчетную схему и поясните расчет роliko-клинового захвата.

11. Изобразите конструктивную схему, объясните устройство и принципы работы клиноножевой подачи.

12. Каким образом осуществляется согласование совместной работы различных подач с прессом?

1.4. Механизация и автоматизация процессов холодной штамповки из штучных заготовок

Тема 10. Устройства для автоматической подачи штучных заготовок

Особенности автоматизации процессов штамповки из штучных заготовок. Классификация заготовок по сложности захвата и ориентации. Классификация устройств для автоматической подачи штучных заготовок. Общие требования к автоматическим загрузочно-ориентирующим устройствам.

Литература: [1, глава 4 (§ 17, 18)]; [5, глава 10 (§ 10.2)].

Методические указания. При изучении темы необходимо уяснить, что для автоматизации технологических процессов штамповки из штучных заготовок на исходной позиции необходимо применять устройства, обеспечивающие накопление заготовок в количестве, достаточном для непрерывной работы в течение продолжительного времени, ориентацию заготовок в нужном положении, поштучную подачу заготовок в зону обработки. Следует усвоить основные требования к загрузочным устройствам и изучить их классификацию.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются особенности автоматизации технологических процессов штамповки штучных заготовок?

2. Перечислите общие требования к автоматическим загрузочно-ориентирующим устройствам.

3. Охарактеризуйте отличительные особенности и области применения бункерных, штабельных и магазинных устройств для накопления и автоматической подачи штучных заготовок.

Тема 11. Автоматические бункерные загрузочно-ориентирующие устройства (АБЗОУ)

Основные функциональные узлы и элементы АБЗОУ. Классификация АБЗОУ. Принцип работы, расчет производительности и область применения крючковых, карманчиковых, секторных, ножевых и других типов АБЗОУ.

Литература: [1, глава 4 (§ 18)]; [4, глава 3 (§ 3.1)]; [5, глава 10 (§ 10.2)]; [13, глава 6]; [18, лабораторная работа 6.4].

Методические указания. Бункерные автоматические устройства, применяемые в кузнечно-штамповочном производстве, обеспечивают накопление заготовок в неориентированном положении, захват и ориентацию заготовок, выдачу ориентированных заготовок за пределы бункерного устройства и подачу их в зону обработки. Устройства можно подразделить на три группы: с поштучным захватом и ориентацией заготовок, с захватом и ориентацией группы заготовок, ориентацией непрерывного потока заготовок.

При изучении раздела необходимо уяснить назначение функциональных элементов АБЗОУ, изучить классификацию АБЗОУ, конструктивные особенности и принципы работы бункерных устройств различных типов, способы ориентирования заготовок и методику расчета производительности.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите функциональные механизмы автоматических бункерных загрузочно-ориентирующих устройств и поясните их назначение.
2. Какие типы АБЗОУ осуществляют поштучный и групповой захват заготовок?
3. Приведите схему, поясните принцип работы и области применения АБЗОУ с крючковым, карманчиковым, секторным и ножевым захватным органом. Как определяется производительность этих устройств?
4. Приведите схему, поясните принцип работы и области применения АБЗОУ с подвижными полувтулками и с вращающейся втулкой. Как определяется производительность этих устройств?
5. Как определяется объем засыпки деталей?

Тема 12. Вибрационные бункерные загрузочно-ориентирующие устройства

Конструкции, принцип работы и расчет производительности вибрационных бункерных загрузочно-ориентирующих устройств. Способы автоматической ориентации заготовок в вибрационных загрузочных устройствах.

Литература: [1, глава 2 (§ 6–10), глава 4 (§ 18)]; [4, глава 3 (§ 3.1)]; [5, глава 10 (§ 10.2)]; [13, глава 7 (§ 2, 3, 7), глава 9 (§ 2)]; [18, лабораторная работа 6.1].

Методические указания. Вибрационные загрузочные устройства (ВЗУ) находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Наибольшее распространение получили бункерные ВЗУ со спиральным лотком и электромагнитным приводом. Принцип работы ВЗУ заключается в том, что захватный орган (лоток) вибробункера получает от привода сложное колебательное движение, особенностью которого является сложение колебательных движений в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Заготовки перемещаются вверх по спиральному лотку либо благодаря тому, что вертикальные и горизонтальные инерционные силы, действующие на заготовку в этих направлениях, по разному взаимодействуют с гравитационными силами, либо за счет обеспечения разной скорости колебательного движения лотка в прямом и обратном направлениях (небольшой скорости в направлении движения и большой в период обратного хода). В процессе движения заготовки ориентируются в заданное положение.

При изучении темы необходимо обратить внимание на конструктивные особенности чаши и спирального лотка, подвеску чаши, количество электромагнитов, их расположение, угол наклона спирального лотка, способы ориентирования заготовок (активные, пассивные, в один или несколько этапов), методику расчета ВЗУ (производительности, элементов чаши, упругих систем, электромагнитов привода).

Вопросы для самопроверки

1. Изобразите конструктивную схему вибрационного бункерного загрузочно-ориентирующего устройства с круговым бункером и

спиральным лотком и поясните принцип его работы. Назовите области применения вибробункеров.

2. Как производится расчет производительности вибробункера и объема засыпки деталей?

3. Как осуществляется ориентирование заготовок в вибробункерах? В каких случаях требуется производить ориентирование заготовок в несколько этапов?

4. Какие способы ориентирования относятся к активным и пассивным?

5. Приведите 10–12 схем различных способов ориентирования заготовок в вибрационных загрузочных устройствах.

Тема 13. Магазинные накопительно-загрузочные устройства. Подающие и передающие устройства

Штабельные, кассетные и лотковые накопительные устройства. Конструкции, принцип работы и расчет шиберных, револьверных и грейферных подающих и передающих устройств.

Литература: [1, глава 4 (§ 18, 19)]; [4, глава 3 (§ 3.1, 3.2)]; [5, глава 10 (§ 10.2)]; [13, главы 3 и 4]; [20, глава 1 (§ 1.1)].

Методические указания. Магазинные устройства предназначены для накопления определенного запаса ориентированных заготовок и относятся к полуавтоматическим устройствам, так как чаще всего ориентация заготовок производится вручную в процессе их загрузки. Выборка заготовок из магазинов осуществляется с помощью механизмов поштучной выдачи (отсекателей). Подачу ориентированной штучной заготовки с позиции загрузки на рабочую позицию выполняют подающие устройства (питатели). Функции передающих устройств аналогичны функциям подающих, разница состоит лишь в том, что здесь позицией загрузки служит рабочая позиция предыдущей операции. Поэтому в качестве подающих и передающих устройств могут быть использованы одни и те же средства автоматизации. Обычно для этой цели применяются шиберные, револьверные и грейферные подачи, манипуляторы, промышленные роботы.

При изучении конструкций подающих и передающих устройств особое внимание необходимо уделить типам приводов и передаточным механизмам.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите схемы и дайте характеристику штабельных, касетных и лотковых магазинных устройств.
2. Поясните назначение отсекателей (механизмов поштучной выдачи заготовок из накопителей). Приведите схемы различных типов отсекателей и поясните принцип их работы.
3. Какие функции могут выполнять лотки? Охарактеризуйте конструкции лотков (формы лотков и профили их поперечного сечения).
4. Поясните устройство и принцип работы шиберных питателей. Охарактеризуйте типы приводов, применяемых в шиберных устройствах. Укажите достоинства, недостатки и область применения шиберных питателей.
5. Поясните устройство и принцип работы револьверных подач. Охарактеризуйте типы приводов, применяемых в этих устройствах.
6. Охарактеризуйте принцип работы и область применения рейферных передающих устройств.

Тема 14. Устройства для автоматического удаления деталей и отходов

Конструкции и расчет устройств для автоматического удаления деталей и отходов сбрасывающего и выносящего действия.

Литература: [1, глава 4 (§ 20)]; [4, глава 3 (§ 3.5)].

Методические указания. Удаляющие устройства, применяемые в кузнечно-штамповочном производстве, могут быть разделены на две большие группы: сбрасывающие устройства и выносящие устройства.

Сбрасывающие устройства просты по конструкции и их можно применять для быстроходных прессов. Однако большинство из них не обеспечивают сохранения ориентации детали в процессе ее удаления из рабочей зоны. К сбрасывающим устройствам относятся пневматические, пружинные, шиберные, крючковые. Механические сбрасывающие устройства обычно встраиваются в штамп и имеют привод от ползуна прессы или штампа.

Выносящие удаляющие устройства подразделяются на лотковые, ковшовые и конвейерные. В качестве выносящих устройств могут использоваться также манипуляторы и промышленные роботы.

Необходимо изучить конструкции удаляющих устройств, принципы их работы, возможности и области применения.

Вопросы для самопроверки

1. Какие устройства относятся к устройствам сбрасывающего и выносящего действия?
2. Приведите схемы удаляющих устройств сбрасывающего действия (пневматических, шибберных, маятниковых и др.) с различными типами приводов.
3. Поясните методику расчета удаляющих устройств сбрасывающего действия.
4. Приведите схемы удаляющих устройств выносящего действия (лотковых, ковшовых, механических рук) с различными типами приводов.

Тема 15. Контрольно-блокирующие устройства. Механизация и автоматизация вспомогательных работ

Методы контроля и блокирования прессового оборудования и средств автоматизации при автоматической штамповке.

Механизация и автоматизация резки металлов, уборки отходов, установки и снятия штампов в цехах холодной штамповки.

Литература: [1, глава 2 (§ 11), глава 3 (§ 15), глава 4 (§ 20), глава 6 (§ 28, 29)]; [4, главы 5 и 8];

Методические указания. Основная задача контрольно-блокирующих устройств (КБУ) кузнечно-штамповочного производства – обеспечение непрерывной безаварийной работы оборудования в автоматическом режиме. По основным задачам, которые решают КБУ они подразделяются на устройства контроля параметров заготовки, контроля наличия и положения заготовки, устройства контроля инструмента, устройства контроля силовых параметров процесса, устройства учета штампованных изделий и т. д. По способу взаимодействия с объектом контроля различают контактные и бесконтактные КБУ, по способу передачи информации от датчика к исполнительному устройству КБУ бывают механические, пневматические, гидравлические, электрические и комбинированные. Следует изучить принципы работы КБУ различного назначения.

При автоматизации кузнечно-штамповочного производства необходимо также осуществлять механизацию и автоматизацию весьма трудоемких вспомогательных процессов, связанных с раскрытием ме-

талла, установки и наладки штампов на прессах, уборки отходов, внутрицеховых перевозок. Следует изучить технические средства, предназначенные для механизации и автоматизации этих работ.

Вопросы для самопроверки

1. С какой целью применяются контрольно-блокирующие устройства?
2. Приведите примеры контрольно-блокирующих устройств контактного типа для решения различных задач.
3. Приведите примеры бесконтактных контрольно-блокирующих устройств различного назначения.
4. Перечислите средства механизации, применяемые для обслуживания заготовительного оборудования, установки штампов, уборки отходов, внутрицеховых перевозок.

1.5. Механизация и автоматизация процессов ковки и горячей штамповки

Тема 16. Механизация и автоматизация процессов резки сортового проката и нагрева заготовок

Особенности автоматизации процессов горячей штамповки. Механизация и автоматизация резки сортового проката на штучные заготовки. Механизация и автоматизация нагрева заготовок. Механизированные нагревательные печи. Механизмы для загрузки и выгрузки нагревательных устройств. Механизация и автоматизация загрузки заготовок в индукционные нагреватели. Механизация транспортирования нагретых заготовок к штамповочным агрегатам.

Литература: [1, глава 5 (§ 22, 23)]; [12, глава 9 (§ 9.3)].

Методические указания. Специфика горячей штамповки, затрудняющая ее автоматизацию, заключаются в том, что процесс формоизменения может производиться на нескольких видах штамповочного оборудования, требуются специальные меры по защите захватных органов и сокращение времени контакта с захватом из-за большого тепловыделения заготовками, внешние контуры заготовок из-за наличия облоя не имеют заранее известных очертаний, наличие на одном технологическом агрегате нескольких переходов,

требующих различной ориентации, необходимость повторного нагрева заготовок, что ведет к нарушению поточности на участке.

При изучении данной темы необходимо ознакомиться с типовыми средствами автоматизации и механизации процессов резки сортового проката на штучные заготовки, нагрева заготовок в различных нагревательных устройствах и транспортирования заготовок от нагревательных устройств к технологическим агрегатам. Наиболее просто решаются вопросы автоматизации нагрева заготовок при применении механизированных печей и индукционных нагревателей, так как в этом случае необходимо автоматизировать лишь загрузку заготовок в печь, выдачу нагретых заготовок из печи и транспортировку их к прессу.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите основные особенности технологических процессов горячей объемной штамповки, затрудняющие их автоматизацию. Перечислите операции, подлежащие автоматизации.

2. Приведите схему типового автоматизированного комплекса резки сортового проката на штучные заготовки и поясните принцип его работы.

3. Перечислите типы механизированных нагревательных устройств.

4. Охарактеризуйте средства автоматизации и механизации для загрузки и выгрузки различных нагревательных устройств.

5. Поясните устройство и охарактеризуйте технические возможности напольных (рельсовых, безрельсовых и стационарных) и подвесных посадочных машин.

6. Перечислите средства автоматизации и механизации, применяемые для транспортирования нагретых заготовок к штамповочным агрегатам.

Тема 17. Средства механизации и автоматизации процессов горячей штамповки

Механизация и автоматизация горячей штамповки на молотах, кришошипных горячештамповочных прессах, горизонтально-ковочных машинах. Подающие устройства. Перекладчики. Пневмоподъемники. Манипуляторы. Автоматизация смазки и охлаждения штампов. Меха-

низация и автоматизация обрезки облоя. Механизированные и автоматизированные комплексы. Горячештамповочные автоматы.

Литература: [1, глава 5 (§ 24, 25)]; [12, глава 9 (§ 9.3)].

Методические указания. Полностью автоматизированные машины оснащаются следующими средствами автоматизации: питающим, подающим, передающим и удаляющим устройствами. На участках штамповки применяются те же средства автоматизации, что и на участках нагрева, т. е. транспортеры, лотки и механические руки, промышленные роботы. Конструкции подающих и передающих устройств зависят от типа штамповочного агрегата. На этих позициях применяют толкающие подачи, подъемники, револьверные и грейферные подачи, механические руки и промышленные роботы. Следует изучить конструкции и принцип работы средств автоматизации для штамповки на различном оборудовании, устройства для автоматического охлаждения и смазки штампов, типовые структурные схемы автоматизированных линий и комплексов оборудования.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте средства автоматизации и механизации, применяемые для загрузки заготовок, межоперационного транспортирования, удаления поковок и отходов при обслуживании штамповочных молотов, кривошипных горячештамповочных и обрезных прессов, горизонтально-ковочных машин.
2. Приведите схемы установок для автоматической смазки и охлаждения штампов горячей объемной штамповки.
3. Дайте общую характеристику автоматизированного оборудования для горячей объемной штамповки.

Тема 18. Средства механизации и автоматизации процессовковки на молотах и гидравлических прессах

Ковочные манипуляторы, подъемно-поворотные столы, мостовые и поворотные краны, посадочные вилки, посадочные машины (шаржир-машины), ковочные патроны, клещи, конвейеры, кантователи, клино-забивные машины, инструментальные манипуляторы. Ковочные комплексы с программным управлением.

Литература: [1, глава 5 (§ 26, 27)]; [4, глава 4 (§ 4.1)]; [7]; [12, глава 9 (§ 9.4)].

Методические указания. Для получения поковок применяются паровоздушные и пневматические молоты и гидравлические ковочные прессы. Средства механизации дляковки выбираются в зависимости от усилия гидравлического прессы или массы падающих частей молота. В процессековки приходится осуществлять поворот заготовки вокруг вертикальной и горизонтальной осей. Для этой цели применяются поворотные столы, подвесные и напольные кантователи. Функции кантователей могут выполнять ковочные манипуляторы. Однако в ряде случаев без применения кантователей осуществить процессковки невозможно. При изучении темы следует ознакомиться со средствами механизации, их назначением и техническими характеристиками, а также с типовыми автоматизированными ковочными комплексами с программным управлением.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите средства механизации, применяемые дляковки на молотах и гидравлических прессах. На каких операциях они применяются?
2. Как устроены посадочные машины и каково их назначение?
3. Приведите схему подвесного приводного кантователя и поясните принцип его работы.
4. Поясните устройство ковочных манипуляторов различных типов и охарактеризуйте их назначение и технические возможности.
5. Поясните устройство и назначение инструментальных манипуляторов?
6. Что представляют собой ковочные комплексы с программным управлением? Охарактеризуйте их возможности и области применения.

1.6. Автоматические линии и комплексы кузнечно-штамповочного производства

Тема 19. Классификация и принципы организации автоматических и автоматизированных линий и комплексов

Классификация автоматических линий и комплексов. Автоматические, полуавтоматические (автоматизированные), поточно-механи-

рованные, специальные, специализированные, универсальные линии. Автоматизированные линии с жесткой, гибкой и смешанной связью, с централизованной, децентрализованной и смешанной системами управления. Принципы организации автоматических и автоматизированных штамповочных линий и комплексов. Основные требования к технологическому оборудованию, средствам автоматизации и инструментальной оснастке автоматических линий. Надежность работы и производительность автоматических линий и комплексов.

Литература: [1, глава 7]; [4, глава 7]; [6, глава 2].

Методические указания. При изучении раздела необходимо усвоить классификацию автоматических линий по степени автоматизации, специализации, типу связи между технологическими агрегатами, типу межоперационного транспортирования, степени централизации управления, способу управления работой прессов. Следует изучить принципы организации автоматических линий, структурные схемы автоматических линий штамповки из непрерывного материала и штучных заготовок. Необходимо усвоить методику расчета производительности автоматических линий при различных режимах работы, а также ознакомиться с показателями их надежности.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте автоматические линии с жесткой и гибкой связью между технологическими агрегатами, с централизованным и децентрализованным управлением.
2. В каких случаях применяются специальные и универсальные автоматические линии?
3. Каковы принципы организации автоматических и автоматизированных штамповочных линий?
4. Какие требования предъявляются к технологическому оборудованию, средствам автоматизации и инструментальной оснастке автоматических линий?
5. Приведите обобщенные структурные схемы автоматических (автоматизированных) линий штамповки из непрерывного материала и из штучных заготовок.
6. Приведите схемы расположения прессов и направлений потоков в автоматических (автоматизированных, механизированных точных) линиях.

7. Чем характеризуются последовательный и совмещенный циклы работы основного технологического оборудования и средств автоматизации?

8. Как рассчитывается цикловая и годовая производительность автоматической линии?

9. Что понимается под надежностью автоматических линий? Назовите причины отказов оборудования автоматических линий.

10. Что понимается под ремонтпригодностью оборудования? За счет чего может быть повышена надежность автоматической линии?

Тема 20. Автоматические роторные и роторно-конвейерные линии

Устройство и принцип действия роторных машин. Устройство технологических роторов. Приводы исполнительных органов технологических роторов. Схема типовой роторной линии. Функции и устройство загрузочных и транспортных роторов. Принципы автоматического управления, контроля и разбраковки предметов обработки в роторных линиях. Отличительные конструктивные особенности и принцип действия роторно-конвейерных линий. Производительность и области применения роторных и роторно-конвейерных линий. Основные особенности роторных и роторно-конвейерных линий, обеспечивающие возможность создания на их основе многономенклатурных комплексно-автоматизированных гибко переналаживаемых производств.

Литература: [8].

Методические указания. При изучении темы необходимо уяснить устройство и принципы работы роторных и роторно-конвейерных линий, получить представление о технических возможностях и областях их применения. Особое внимание следует обратить на принципы автоматического управления, контроля, реагирования на нарушения работы, на возможность создания многономенклатурных роторных линий, автоматическую смену инструмента.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите схему типовой роторной машины и поясните ее устройство и принцип работы.

2. Приведите схему типовой роторной линии и поясните назначение и устройство технологических, загрузочных и транспортных роторов.

3. Перечислите основные типы приводов исполнительных органов технологических роторов, укажите их достоинства и недостатки.

4. Каким образом организуется автоматическое управление в роторных линиях?

5. Назовите отличительные конструктивные особенности роторно-конвейерных линий и поясните принцип их работы.

6. Перечислите области применения роторных машин, роторных и роторно-конвейерных линий, приведите наиболее характерные примеры линий и основные их характеристики (габариты, производительность, число высвобождаемых рабочих и др.)

7. Какие особенности автоматических роторных и роторно-конвейерных линий, позволяют создавать на их основе многономенклатурные комплексно-автоматизированные гибко переналаживаемые производства?

1.7. Гибкие автоматизированные производства (ГАП) и гибкие производственные системы (ГПС)

Тема 21. Характеристика современного машиностроительного производства и основные тенденции его развития

Специфические особенности и уровень автоматизации массового и серийного производств. Гибкость оборудования и средств автоматизации в условиях автоматизированных производств. Отличительные черты современного периода – быстрый рост номенклатуры и частое обновление продукции. Основные тенденции развития машиностроительного производства.

Литература: [9, глава 1].

Методические указания. Следует уяснить, что высокоавтоматизированные массовые производства, базирующиеся на специальном высокопроизводительном оборудовании, не обладают гибкостью, то есть возможностями быстрого перехода на выпуск иной продукции. Серийные производства обладают широчайшими возможностями перестройки на выпуск практически любой продукции. Но поскольку в их основе лежит универсальное оборудование, они не могут функционировать без непосредственного участия человека во всех

без исключения технологических и вспомогательных процессах – и, как правило, на уровне ручных операций. Это обуславливает невысокую производительность труда и высокую себестоимость выпускаемой продукции. Отличительной особенностью современного производства является быстрый рост номенклатуры и частая сменяемость продукции. Сегодня более 80 % промышленного производства является серийным. Перед промышленностью стоят, по существу, две противоположные задачи. Крупносерийное и массовое производства надо наделить гибкостью, сохранив при этом все преимущества широкой автоматизации, а серийное и мелкосерийное – комплексно автоматизировать, чтобы наряду с гибкостью оно приобрело и лучшие черты массового производства.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются принципиальные отличия массового и серийного типов производства?
2. Охарактеризуйте уровень автоматизации массового и серийного производства, дайте сравнительную оценку уровню производительности и себестоимости выпускаемой продукции.
3. Каковы основные преимущества и недостатки массового и серийного производства?
4. Что понимается под гибкостью производства?
5. Какова тенденция развития машиностроительного производства на современном этапе и с чем это связано?

Тема 22. Техничко-экономические предпосылки создания концепции гибкого автоматизированного производства. Понятие о гибких производственных системах

Техничко-экономические предпосылки создания концепции гибкого автоматизированного производства. Понятие о гибких автоматизированных производствах. Автоматизация в условиях гибкого производства. Задачи, решаемые промышленными роботами (ПР), и области их применения. Функции ПР, обеспечивающие возможность замены человека на производстве. Основные и вспомогательные операции, автоматизируемые с помощью ПР. Место промышленных роботов в системе средств комплексной автоматизации производства.

Основа ГПС – комплексная автоматизация всех производственных процессов на базе применения гибкого программно-управляемого оборудования и универсальных средств автоматизации, в том числе промышленных роботов. Предмет автоматизации гибкого производства – технологическая подготовка производства, технологические процессы; транспортирование и складирование продукции, сырья, комплектующих изделий; контроль качества изделий; контроль и диагностика оборудования; сбор и обработка информации; календарное и оперативное планирование; управление оборудованием, транспортом, материальными потоками, производства в целом; переналадка оборудования на выпуск новой продукции; и др.

Литература: [9, глава 1, глава 2 (§ 2.1, 2.2)]; [16, глава 1 (§ 1.3)].

Методические указания. Для решения проблемы комплексной автоматизации производства требовались машины, имитирующие действия человека в трудовых процессах. ПР и являются таким классом производственных машин. ПР способны решить проблему комплексной автоматизации современного производства и в силу своей универсальности автоматизировать любые работы с возможностью быстрой переналадки на новые операции.

Необходимо уяснить, что роботизация – процесс объективный, вызванный развитием производства, но ставший возможным благодаря достижениям современной микроэлектроники. Следует понимать, что необходимость широкого применения ПР определяется также и социальными факторами. В настоящее время существуют тысячи видов работ, связанных с тяжелыми, опасными, вредными и монотонными условиями труда. Сейчас остро стоит вопрос об освобождении человека от подобных условий работы. Наряду с этим имеется целый ряд просто непрестижных видов работ, где особенно ощущается нехватка рабочей силы. Эти проблемы могут быть решены с помощью широкого применения ПР. Промышленная робототехника – качественно новый уровень средств автоматизации, который позволяет автоматизировать не только основные и вспомогательные операции технологических процессов, но и транспортные и складские работы, проектирование изделий, технологических процессов и инструмента, контроль готовой продукции и управление производством. Комплексная автоматизация всех производственных процессов позволяет создавать гибкие, комплексно автоматизированные участки, цеха и заводы.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте технико-экономические и социальные предпосылки появления ПР.
2. Для решения каких задач могут быть использованы ПР?
3. Каковы особенности применения ПР в массовом и серийном производстве?
4. Что понимается под гибким автоматизированным производством?
5. Какую роль выполняют ПР в ГПС?

Тема 23. Цели создания, признаки и организационная структура ГПС

Цели создания и признаки ГПС. Уровни ГПС.

Технологическая система ГПС. Структура и функции технологической системы ГПС. Основное, вспомогательное и контрольно-измерительное автоматизированное оборудование.

Автоматическая транспортно-складская система (АТСС) ГПС. Функции и транспортное оборудование АТСС ГПС. Типы автоматизированных складов. Оборудование автоматизированных складов. Автоматический транспорт ГПС.

Система управления ГПС. Структура и функции системы управления ГПС. Уровни управления.

Системы обеспечения функционирования ГПС.

Литература: [9, глава 2 (§ 2.3–2.6), главы 3–6].

Методические указания. Необходимо уяснить с какими целями создаются ГПС, изучить производственную структуру ГПС, функциональное назначение ее структурных составляющих, оборудование технологической, транспортной, складской и управляющей систем. Следует обратить внимание на модульный принцип построения ГПС и отдельных ее элементов, а также на организацию управляющей системы, которая строится по иерархическому принципу.

Вопросы для самопроверки

1. С какой целью создаются ГАП и ГПС?
2. Какие признаки характеризуют ГАП и ГПС?

3. Из каких глобальных структурных составляющих состоят ГАП и ГПС? Поясните их функциональное назначение.
4. Охарактеризуйте технологическую систему ГАП.
5. Назовите основные задачи транспортно-складской системы.
6. Перечислите типы автоматизированных складов и отметьте их характерные особенности.
7. Перечислите оборудование, применяемое для обслуживания автоматизированных складов.
8. Какие требования предъявляются к автоматическому транспорту?
9. Перечислите типы автоматического транспорта, применяемого в ГПС. Охарактеризуйте их возможности и области применения.

Тема 24. Особенности организации и эксплуатации ГПС

Особенности организации ГПС. Электронизация производства. Промышленные системы искусственного интеллекта. Опыт создания и эксплуатации ГПС в машиностроении.

Литература: [9, глава 2 (§2.7, 2.8), глава 7].

Методические указания. Создание ГПС сопряжено с решением комплекса технических, экономических и организационных проблем. При изучении данной темы необходимо уяснить, в чем заключаются преимущества ГПС по сравнению с другими типами производства, основные особенности организации ГПС и какие трудности необходимо преодолевать при их создании. Следует ознакомиться с опытом создания и эксплуатации ГПС в различных отраслях промышленности.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются основные особенности организации ГАП?
2. Какими преимуществами обладают ГАП и ГПС перед другими типами производства?
3. Назовите основные трудности, сопровождающие процесс создания ГАП и ГПС.
4. Что понимается под электронизацией производства?

5. Перечислите области применения систем искусственного интеллекта в промышленном производстве и в ГАП.

6. Охарактеризуйте роль и место ГАП в общей структуре промышленного производства.

1.8. Устройство и классификация промышленных роботов (ПР)

Тема 25. Определение, структура и классификация промышленных роботов

Классы роботов. Информационные, манипуляционные и мобильные роботы. Определение промышленного робота. Структура ПР и функциональное назначение его структурных составляющих. Поколения ПР. Программные, адаптивные и интеллектуальные ПР, их отличительные особенности, функциональные возможности и области применения. Классификация промышленных роботов.

Литература: [4, глава 3 (§ 3.4)]; [10, введение, глава 3 (§ 3.1)]; [14, глава 1].

Методические указания. При изучении данной темы необходимо ознакомиться с различными классами роботов, уяснить, что промышленные роботы относятся к классу манипуляционных роботов. В зависимости от технических возможностей ПР делятся на поколения, которые в отличие от вычислительной техники не сменяют друг друга, а существуют и развиваются параллельно. У каждого поколения роботов свой круг решаемых задач и каждое из них применяется там, где оно целесообразно.

Следует детально изучить классификацию ПР, так как они отличаются друг от друга большим количеством признаков: специализацией, грузоподъемностью, числом степеней подвижности, возможностью передвижения, способом установки на рабочем месте, типом системы координат, типом привода, точностью позиционирования, типом системы управления, способом программирования и другими признаками.

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоят отличительные особенности информационных, манипуляционных и мобильных роботов?

2. Дайте определение промышленного робота. Поясните функциональное назначение структурных составляющих ПР.

3. Охарактеризуйте особенности, функциональные возможности и области применения промышленных роботов первого, второго и третьего поколений.

4. Как классифицируются ПР по назначению, степени универсальности, способу программирования, типу привода, грузоподъемности, числу исполнительных органов, типу и параметрам рабочей зоны, подвижности, способу размещения, типу защитного исполнения, способу управления координатными перемещениями звеньев манипулятора, точности позиционирования и другим признакам?

5. За счет чего обеспечивается универсальность ПР?

Тема 26. Устройство манипуляторов промышленных роботов

Определение манипулятора ПР. Понятие степени подвижности манипулятора. Переносные (транспортные) и ориентирующие степени подвижности. Стреловые, шарнирные и шарнирно-стреловые конструкции манипуляторов. Определение числа степеней подвижности манипулятора. Рабочая зона и рабочее пространство ПР. Структурно-кинематические схемы манипуляторов, работающих в прямоугольной, цилиндрической, сферической и ангулярной системах координат; типы и параметры их рабочих зон. Классификация ПР по конструктивно-компоновочному признаку.

Литература: [4, глава 3.4]; [10, глава 3 (§ 3.2)]; [14, глава 1].

Методические указания. При изучении темы следует обратить внимание на конструкции манипуляторов, на то, каким образом осуществляется сочленение звеньев манипулятора, в каких системах координат работают манипуляторы ПР, что определяет манипуляционные возможности роботов, каким образом могут размещаться манипуляторы в технологической системе. Необходимо уметь составлять структурно-кинематические схемы манипуляторов, работающих в различных системах координат.

Вопросы для самопроверки

1. Что называется манипулятором ПР? Какие кинематические пары применяются для построения манипуляторов ПР?

2. Какие манипуляторы относятся к стреловым, а какие к шарнирным?

3. Что понимается под степенью подвижности манипулятора ПР? Какие степени подвижности являются переносными (транспортными), а какие ориентирующими?

4. Что понимается под рабочей зоной и рабочим пространством ПР?

5. Чем определяется форма и размеры рабочей зоны ПР?

6. Приведите структурную схему и форму рабочей зоны однорукого манипулятора ПР с тремя переносными степенями подвижности, работающего в прямоугольной (цилиндрической, сферической, угловой) системе координат.

7. Как классифицируются промышленные роботы по типу манипулятора и способу размещения?

Тема 27. Приводы промышленных роботов

Требования к приводам ПР. Типы приводов, применяемых в ПР.

Пневматический привод. Структура пневмопривода. Поступательные и поворотные пневмодвигатели. Воздухораспределительные устройства. Регуляторы скорости. Тормозные устройства. Аппаратура подготовки сжатого воздуха. Типовая схема пневматического привода ПР.

Гидравлический привод. Структура гидропривода. Поступательные и поворотные гидродвигатели. Распределительная и регулирующая аппаратура. Принципиальная схема следящего гидропривода.

Пневмогидравлический привод. Структура, типовые схемы, достоинства и области применения пневмогидравлического привода.

Электромеханический привод. Структура электропривода. Типы электродвигателей, применяемых в приводах ПР. Характеристика электродвигателей постоянного тока, малоинерционных и шаговых электродвигателей.

Сравнительная оценка и области применения ПР с пневматическим, гидравлическим и электромеханическим приводом.

Литература: [10, глава 4]; [11]; [14, глава 3]; [15, глава 4]; [19, лабораторная работа 5].

Методические указания. Техническая и экономическая целесообразность применения того или иного типа привода в ПР зависит

от целого ряда факторов: грузоподъемности и быстродействия робота, сложности обрабатываемых траекторий движения, точности позиционирования, стоимости и др. В связи с этим необходимо детально ознакомиться с принципами управления пневматическими, гидравлическими и электрическими двигателями, структурой приводов, типами применяемых преобразующих механизмов, возможностями роботов с различными типами приводов.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите требования, предъявляемые к приводам ПР.
2. Охарактеризуйте достоинства, недостатки, функциональные возможности и области применения ПР с пневматическим приводом.
3. Изобразите типовую схему пневматического привода ПР. Поясните функциональное назначение отдельных элементов пневмопривода.
4. Поясните функциональное назначение, конструктивные особенности, принципы работы и способы управления различных воздухораспределительных устройств.
5. Каким образом регулируется скорость пневмодвигателей?
6. Как осуществляется торможение пневмодвигателей? Приведите схемы, поясняющие принципы различных способов торможения (специальным дросселированием, противодавлением, гидравлическими демпферами).
7. Охарактеризуйте достоинства, недостатки, функциональные возможности и области применения ПР с гидравлическим приводом.
8. С какой целью в робототехнике применяется пневмогидравлический привод? Приведите схемы различных типов пневмогидравлических приводов. Охарактеризуйте их преимущества перед пневматическими и гидравлическими.
9. Какие типы электродвигателей получили наиболее широкое применение в электроприводах ПР и почему?
10. Приведите структурную схему следящего электропривода замкнутого по положению, поясните его устройство и принцип работы.
11. В чем заключается принципиальное отличие электроприводов, построенных на шаговых электродвигателях?

12. Дайте сравнительную характеристику промышленных роботов с пневматическим, гидравлическим и электромеханическим приводами.

Тема 28. Захватные устройства промышленных роботов

Требования к захватным устройствам ПР. Классификация захватных устройств. Захватные устройства одностороннего действия. Конструкции, принципы действия, достоинства и недостатки, расчет и области применения вакуумных и магнитных захватных устройств.

Захватные устройства двустороннего действия. Типы приводов захватных устройств. Кинематические схемы захватных устройств со стержневыми, зубчато-реечными, клиновыми и кулачковыми передаточными механизмами с поворотным и поступательным движением губок.

Захватные устройства многостороннего действия.

Способы крепления захватных устройств. Критерии выбора захватных устройств.

Литература: [10, глава 3 (§ 3.4)]; [14, глава 3]; [15, глава 6]; [17, главы 2–4, 12].

Методические указания. Захватные устройства предназначены для манипулирования различными объектами и являются сменными элементами роботов. Условия применения и выполняемые функции предъявляют к захватным устройствам ряд специальных требований к их конструкции, которые необходимо хорошо усвоить. Следует изучить классификацию захватных устройств по основным признакам – способу взаимодействия с объектом, способу удержания объекта, типу привода, типу передаточного механизма и др. Необходимо разобраться с кинематическими схемами, конструктивным исполнением и методикой расчета захватных устройств. Студент должен знать достоинства, недостатки и области применения захватных устройств различного типа, уметь изобразить кинематические схемы устройств.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите требования к захватным устройствам ПР.
2. Как классифицируются захватные устройства?

3. Поясните принцип действия вакуумных захватных устройств. Как осуществляется их вакуумирование и расчет?
4. Поясните принцип действия магнитных захватных устройств.
5. Укажите достоинства, недостатки и область применения вакуумных и магнитных захватных устройств.
6. Как классифицируются захватные устройства двухстороннего действия?
7. Приведите кинематические схемы захватных устройств двухстороннего действия со стержневыми, кулисно-стержневыми зажимными механизмами.
8. Приведите кинематические схемы захватных устройств двухстороннего действия с зубчатыми, клиновыми и кулачковыми передаточными механизмами.
9. Приведите кинематические схемы захватных устройств двухстороннего действия с поступательным движением губок.
10. Поясните принципы работы захватных устройств многостороннего действия и области применения.
11. Опишите (с приведением поясняющих схем) способы крепления захватных устройств к руке ПР.

Тема 29. Системы управления промышленных роботов

Функции систем управления. Классификация систем программного управления ПР. Основные особенности цикловой, позиционной и контурной систем программного управления. Функциональные возможности и области применения ПР с цикловой, позиционной и контурной системой программного управления.

Литература: [10, глава 3 (§ 3.6), глава 5 (§ 5.1)]; [14, глава 3]; [19, лабораторные работы 6, 7 и 9].

Методические указания. При изучении темы необходимо уяснить функциональное назначение устройств программного управления ПР и отдельных его блоков, в чем состоят отличительные особенности систем циклового, позиционного и контурного программного управления. Необходимо выяснить какими функциональными возможностями обладают роботы с различными системами управления, в каких областях они могут быть использованы.

Вопросы для самопроверки

1. Какие функции выполняют устройства управления ПР?
2. Как классифицируются системы управления ПР?
3. Какая командная информация содержится в управляющей программе при цикловом, позиционном и контурном управлении звеньями манипулятора ПР?
4. Поясните принцип позиционирования в роботах с цикловым управлением.
5. Как организуется работа ПР с цикловой системой программного управления? Для чего манипуляторы ПР оснащаются датчиками крайних положений?
6. Охарактеризуйте функциональные возможности ПР с цикловым, позиционным и контурным программным управлением.

Тема 30. Программирование промышленных роботов

Режимы работы ПР. Методы программирования ПР. Электромеханические и электронные программноносители.

Литература: [4, глава 3 (§ 3.4)]; [10, глава 5 (§ 5.1)]; [19, лабораторные работы 6, 7 и 9].

Методические указания. Необходимо уяснить какие существуют методы программирования ПР, каковы их особенности и для каких типов роботов они могут быть использованы.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте режимы работы ПР.
2. Чем характеризуется программирование ПР расчетным методом и методом обучения? Для каких типов роботов применяются эти методы?
3. Поясните особенности ручного, полуавтоматического и автоматического методов обучения ПР.
4. Как осуществляется программирование ПР с цикловым программным управлением? В чем состоят особенности программирования?
5. Как осуществляется программирование ПР с помощью программных барабанов и штекерных панелей?

Тема 31. Информационные системы промышленных роботов

Назначение и роль информационных устройств. Требования к информационным системам (устройствам). Классификация информационных систем. Информационные устройства внешней и внутренней информации. Датчики внешней информации (сенсорные устройства). Сенсорные устройства сверхближнего, ближнего, дальнего и сверхдальнего действия, активные и пассивные, непрерывного и дискретного действия. Локационные, тактильные, силомоментные датчики, системы технического зрения, датчики контроля качества изделий. Датчики внутренней информации (датчики состояния манипулятора). Датчики положения, скорости, усилия, крутящего момента, давления и др. Датчики внутренней диагностики.

Литература: [10, глава 3 (§ 3.7)]; [14, глава 3]; [15, глава 8].

Методические указания. При изучении этого раздела необходимо уяснить, в чем состоит назначение информационных систем ПР, получить отчетливое представление о различии функций датчиков внутренней информации и датчиков внешнего очувствления, познакомиться с типами и принципами действия различных датчиков, используемых в информационных системах ПР. Особое внимание следует обратить на требования к информационным системам и технические возможности датчиков.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего предназначены датчики внутренней и внешней информации? Как классифицируются информационные устройства?
2. Какие требования предъявляются к информационным устройствам ПР?
3. Чем отличаются пассивные сенсорные устройства от активных?
4. Охарактеризуйте сенсорные устройства сверхближнего, ближнего, дальнего и сверхдальнего действия.
5. Каким образом обеспечивается адаптация промышленных роботов второго поколения к изменяющимся условиям внешней среды?
6. Приведите примеры датчиков внутренней и внешней информации, поясните принцип их действия.
7. Какие типы датчиков используются для определения положения звеньев манипулятора, скорости их перемещения?

8. На каких принципах работают тактильные датчики?
9. Для каких целей используются системы технического зрения?

1.9. Робототехнологические комплексы кузнечно-штамповочного производства

Тема 32. Особенности роботизации действующего и вновь организуемого производства

Особенности применения ПР в массовом и серийном производстве. Особенности роботизации действующего и вновь организуемого производства. Классификация робототехнологических комплексов (РТК). Роботизированный (гибкий) технологический модуль (РТМ), роботизированная технологическая линия (РТЛ), роботизированный технологический участок (РТУ). Принципы построения РТК. Требования к основному и вспомогательному оборудованию, ПР и технологической оснастке, предназначенным для работы в составе РТК.

Литература: [10, глава 8 (§ 8.1, 8.5)]; [4, глава 7]; [14, глава 4].

Методические указания. Следует уяснить, что из всего многообразия задач по автоматизации процессов ОМД, роботизировать следует, прежде всего, те операции, которые невозможно автоматизировать традиционными методами или их автоматизация этими методами в данных условиях производства нецелесообразна. К операциям, подлежащим роботизации, относятся прежде всего вспомогательные операции по загрузке и разгрузке кузнечно-штамповочного оборудования, нагревательных устройств, межстаночному перемещению полуфабрикатов, складированию штампов.

Единичное применение ПР, как правило, не дает экономического эффекта и наибольшая эффективность достигается при групповом применении ПР. Эффективность применения промышленных роботов определяется рядом факторов, в том числе степенью рациональности выбора объекта роботизации, степенью приспособленности технологического оборудования и штамповой оснастки к условиям совместной работы с ПР, степенью рационального выбора средств автоматизации (ПР и вспомогательного оборудования), затратами на приобретение, монтаж, отладку и эксплуатацию средств робототехники, степенью загрузки РТК, уровнем организации производства и т. д.

Необходимо усвоить основные принципы построения РТК обработки металлов давлением и требования к штамповочному оборудованию, штамповой оснастке и ПР.

Вопросы для самопроверки

1. В чем проявляются особенности применения РТК в массовом и серийном производстве?
2. В чем проявляются характерные особенности роботизации действующего и вновь организуемого производства?
3. Дайте определение роботизированной технологической линии (РТЛ) и роботизированного технологического участка (РТУ).
4. Какие требования предъявляются к оборудованию (прессам, ПР, загрузочным, транспортирующим и другим устройствам) РТК?

Тема 33. РТК листовой штамповки

Требования к промышленным роботам, штамповой оснастке, загрузочно-ориентирующим и транспортным устройствам. Виды автоматических устройств для ориентации и загрузки заготовок, межстаночного транспортирования полуфабрикатов и удаления деталей. Типовые компоновочные схемы РТК листовой штамповки на базе кривошипных прессов. Расчет производительности РТК.

Литература: [10, глава 10 (§ 10.3)]; [4, глава 7]; [14, глава 4]; [15, главы 4, 7, 12]; [16, глава 5]; [20, главы 1 и 3].

Методические указания. Для листоштамповочного производства характерна упрощенная кинематика перемещения заготовок в сочетании с требованиями рационального использования высокопроизводительного штамповочного оборудования при достаточно точной установке заготовок и полуфабрикатов в штамп. В связи с этим в листоштамповочном производстве наиболее широкое применение получили роботы с пневматическим приводом и цикловой системой программного управления. Имея ограниченные технологические возможности, такие роботы, наряду с высоким быстродействием и точностью позиционирования, обладают простотой конструкции, высокой надежностью и низкой стоимостью.

При изучении данного раздела необходимо усвоить технические характеристики ПР, предназначенных для автоматизации листовой

штамповки, конструкции загрузочных, транспортирующих, ориентирующих и фиксирующих устройств, а также конструктивные особенности штампов и захватных устройств.

Необходимо уяснить факторы, влияющие на структуру, компоновку и производительность РТК листовой штамповки, изучить типовые компоновки РТК на базе открытых и закрытых прессов.

Вопросы для самопроверки

1. Какие факторы определяют структуру и компоновку РТК листовой штамповки?
2. Охарактеризуйте требования, предъявляемые к ПР для автоматизации листовой штамповки.
3. Каким требованиям должна соответствовать штамповая оснастка РТК листовой штамповки?
4. Перечислите требования к устройствам для накопления, ориентации и поштучной выдачи заготовок, транспортирующим и удаляющим устройствам, поясните их конструктивные особенности и принципы работы.
5. Приведите типовые компоновочные схемы РТК листовой штамповки на базе открытых прессов для однооперационной и многооперационной штамповки, охарактеризуйте их особенности.
6. Как определяется годовая и часовая производительность РТК?
7. Поясните методику определения времени срабатывания степеней подвижности ПР с пневматическим приводом.

Тема 34. РТК горячей объемной штамповки

Особенности роботизации горячей объемной штамповки. Требования к ПР, штамповой оснастке, нагревательным, загрузочно-ориентирующим и транспортирующим устройствам. Типовые компоновочные схемы РТК нагрева заготовок и горячей объемной штамповки.

Литература: [10, глава 10 (§ 10.4)]; [4, глава 7]; [14, глава 4]; [16, главы 3 и 4].

Методические указания. Труд рабочих в цехах горячей штамповки характеризуется повышенной опасностью и вредностью (повышенная температура, запыленность и загазованность воздуха,

шум), большими физическими нагрузками, сложной координацией движений и постоянным нервным напряжением. Задача комплексной автоматизации такого производства представляет значительные трудности.

При изучении данной темы необходимо выяснить какие операции могут быть автоматизированы с помощью промышленных роботов, усвоить требования, предъявляемые к ПР, технологическому и вспомогательному оборудованию, штамповой оснастке, изучить типовые компоновки РТК на базе различных типов оборудования и моделей ПР. Структура и компоновки РТК в цехах горячей штамповки отличаются большим многообразием. Наиболее перспективными для роботизации являются линии штамповки на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП), которые строятся по схеме: индуктор–КГШП–обрезной пресс. Роботизировать все перечисленные позиции удастся только в достаточно простых случаях. В более сложных случаях штамповки осуществляется частичная автоматизация отдельных рабочих позиций.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите факторы, затрудняющие роботизацию горячей объемной штамповки.
2. Перечислите операции горячей штамповки, которые возможно автоматизировать с помощью ПР.
3. Какие требования предъявляются к ПР для горячей объемной штамповки (тип привода, грузоподъемность, число степеней подвижности, скорость, точность позиционирования и т. д.)?
4. Какие типы нагревательных устройств применяются в РТК горячей штамповки?
5. Приведите компоновочные схемы типовых РТК горячей штамповки на базе КГШП.

2. ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Общие методические указания и требования к оформлению контрольной работы

Задание на контрольную работу по курсу «Автоматизация, робототехника и гибкие производственные системы» дано в 20 вариантах. Номер выполняемого варианта соответствует порядковому номеру студента в списке группы.

Контрольные работы представляют собой письменные ответы на вопросы, приведенные в задании. Ответы должны быть краткими и четкими, по существу заданных вопросов; простое переписывание литературных источников не допускается.

Излагаемый материал необходимо сопровождать рисунками, графиками, эскизами. Иллюстрации, помещаемые в отчете, именуют рисунками и нумеруют. Под рисунком обязательно помещается подпись, раскрывающая его смысл. Если рисунок заимствован, то в соответствующем месте текста обязательно делают ссылку на литературный источник, номер которого указывают в квадратных скобках в соответствии со списком литературы, помещаемым в конце работы. Рисунки должны быть выполнены от руки, ксерокопии не допускаются. Таблицы должны иметь номер и название.

В список литературы включают только те источники, на которые сделаны ссылки в тексте, а наименования источников располагают в порядке появления ссылок в тексте. После номера источника указывают фамилии и инициалы авторов, наименование книги, место издания, издательство, год издания, количество страниц и иллюстраций.

При выполнении контрольной работы должны соблюдаться следующие правила:

- контрольная работа выполняется в отдельной тетради, на обложке которой указывается название университета, фамилия, полностью имя и отчество студента, его шифр, номер группы, наименование дисциплины, название работы, вариант задания, домашний адрес;

- работа должна быть написана четким разборчивым почерком синими или черными чернилами (шариком) на одной стороне листа, оставляя соседнюю его сторону свободной для возможных исправлений, исключив необходимость полного переписывания неправильных ответов;

- листы должны быть пронумерованы, для замечаний рецензента на страницах должны быть предусмотрены поля шириной 35-40 мм;
- ответы на вопросы контрольной работы следует давать в том порядке, в каком они приведены в задании; перед каждым ответом необходимо написать вопрос;
- оформленная работа подписывается студентом с указанием даты исполнения.

Контрольная работа должна быть сдана на проверку за 1 месяц до начала сессии.

3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант № 1

1. Что понимается под автоматической системой? Как классифицируются автоматические системы? Приведите функциональные схемы систем автоматического контроля, автоматического управления и автоматического регулирования.
2. Охарактеризуйте конструкцию и область применения приводных устройств для разматывания рулонного материала, поясните методику их расчета.
3. Приведите схемы и поясните принципы работы устройств для автоматического удаления деталей и отходов.
4. Перечислите функции систем управления промышленных роботов (ПР). Как классифицируются системы управления ПР? Какая командная информация содержится в управляющей программе при цикловом, позиционном и контурном управлении ПР?

Вариант № 2

1. Перечислите элементы систем автоматики и поясните их функциональное назначение.
2. Охарактеризуйте конструкцию и область применения приводных устройств для разматывания рулонного материала, поясните методику их расчета.
3. Какие средства автоматизации и механизации применяются для загрузки и выгрузки нагревательных устройств? Поясните особенности и области их применения.
4. Перечислите требования к захватным устройствам промышленных роботов (ПР). Как классифицируются захваты устройств?

Вариант № 3

1. Приведите схемы потенциометрических и тензометрических датчиков. Поясните их устройство, принцип действия и области применения.
2. Охарактеризуйте конструкцию и принцип работы устройств для правки ленты, поясните методику их расчета.
3. Какие средства автоматизации и механизации применяются для обслуживания технологического оборудования горячей штамповки? Поясните особенности и области их применения.
4. Охарактеризуйте системы циклового программного управления промышленных роботов (ПР). Как осуществляется программирование ПР с цикловым программным управлением?

Вариант № 4

1. Приведите схемы пьезоэлектрических и индуктивных датчиков. Поясните их устройство, принцип действия и область применения.
2. Поясните устройство и принцип работы валковой подачи.
3. Приведите схемы установок для автоматической смазки и охлаждения штампов горячей объемной штамповки.
4. Охарактеризуйте системы позиционного и контурного программного управления.

Вариант № 5

1. Приведите схемы фотоэлектрических датчиков различных типов. Поясните их устройство, принцип действия и области применения.
2. Приведите схемы различных приводов валковых подач. Поясните их конструктивные особенности и принципы работы.
3. Какие средства механизации применяются дляковки на молотах и гидравлических прессах? Поясните особенности и области их применения.
4. Какие захватные устройства относятся к устройствам одностороннего действия? Охарактеризуйте конструкции и принцип действия вакуумных захватных устройств, способы их вакуумирования. Перечислите достоинства, недостатки и области применения вакуумных устройств. Поясните методику их расчета.

Вариант № 6

1. Приведите схему и поясните устройство и принцип действия электромагнитного реле. Укажите области применения реле.
2. Поясните устройство, принцип работы и области применения фрикционной муфты обгона.
3. Каково назначение посадочных машин (шаржир-машин)? Охарактеризуйте конструкции посадочных машин различных типов и приведите области их применения.
4. Охарактеризуйте конструкцию и принцип действия магнитных захватных устройств. Перечислите их достоинства, недостатки и области применения.

Вариант № 7

1. Приведите схемы и поясните принципы работы электродвигателей постоянного тока. Укажите их достоинства и недостатки. Охарактеризуйте электродвигатели постоянного и переменного тока с точки зрения их возможного применения в автоматических устройствах.
2. Поясните устройство и принцип работы клино-ножевых подач. Охарактеризуйте разновидности подач, точность и области их применения.
3. Приведите схему подвесного приводного кантователя, поясните его устройство, принцип работы и назначение.
4. Как классифицируются захватные устройства промышленных роботов двухстороннего действия? Приведите схемы захватных устройств со стержневыми и зубчатыми передаточными механизмами (с поворотным и поступательным движением губок).

Вариант № 8

1. Приведите схемы и поясните конструктивные особенности малоинерционных электродвигателей с полым и дисковым ротором. Укажите их достоинства, недостатки и области применения.
2. Приведите схему и поясните устройство и принцип работы крючковой подачи. Охарактеризуйте ее точность и область применения.

3. Поясните назначение, устройство и принцип работы ковочных манипуляторов. Охарактеризуйте конструктивные особенности ковочных манипуляторов различных типов.

4. Что вкладывается в понятие гибкого автоматизированного производства? Перечислите цели создания, основные признаки и уровни гибких производственных систем.

Вариант № 9

1. Поясните устройство и принцип действия шаговых электродвигателей.

2. Опишите устройство и принцип работы ролико-клиновой подачи. Как осуществляется расчет ролико-клинового захвата?

3. Перечислите основные принципы организации автоматических и автоматизированных штамповочных линий.

4. Приведите примеры роботизированных технологических комплексов горячей объемной штамповки.

Вариант № 10

1. Приведите схемы поворотных пневматических и гидравлических двигателей. Поясните принципы их работы.

2. Поясните устройство и принципы работы автоматических бункерных загрузочно-ориентирующих устройств с крючковым и дисковым (карманчиковым) захватными органами. Как рассчитывается производительность этих устройств?

3. Как классифицируются автоматизированные линии по степени механизации и автоматизации основных и вспомогательных операций; по степени специализации; по типу связей между технологическими агрегатами; по способу управления?

4. Охарактеризуйте роль и место промышленных роботов в ГПС.

Вариант № 11

1. Приведите типовую схему пневмопривода промышленного робота. Поясните назначение отдельных элементов пневмопривода.

2. Поясните устройство и принципы работы секторных и ножевых автоматических бункерных загрузочно-ориентирующих устройств. Как рассчитывается производительность этих устройств?

3. Охарактеризуйте последовательный, совмещенный и комбинированный циклы совместной работы основного технологического оборудования и средств автоматизации.

4. Какие функции выполняют лотки? Охарактеризуйте конструкции лотков (формы и профили поперечного сечения).

Вариант № 12

1. Приведите схемы основных типов пневмогидравлических приводов. Укажите их достоинства и области применения.

2. Поясните устройство, принципы работы, области применения и производительность автоматических бункерных загрузочно-ориентирующих устройств с подвижными полувтулками и с вращающейся втулкой.

3. Поясните методику расчета цикловой и годовой производительности автоматических линий.

4. Охарактеризуйте преимущества, недостатки, возможности и области применения промышленных роботов с пневматическим приводом.

Вариант № 13

1. Дайте общую характеристику гидравлического привода, применяемого в средствах автоматизации. Приведите типовую схему гидропривода и поясните функциональное назначение его элементов. Укажите достоинства, недостатки и область применения гидропривода.

2. Изобразите схему вибрационного бункерного загрузочно-ориентирующего устройства с круговым бункером и спиральным лотком, поясните его устройство и принцип работы. Приведите примеры ориентирования заготовок различной формы. Поясните методику расчета производительности вибробункеров.

3. Дайте определение промышленного робота и поясните функциональное назначение его структурных составляющих. За счет чего достигается универсальность роботов, как средств автоматизации?

4. Перечислите типы вспомогательного оборудования РТК листовой штамповки и общие требования, предъявляемые к ним. Приведите схемы автоматических загрузочных и транспортных устройств, поясните их конструктивные особенности и принципы работы.

Вариант № 14

1. Приведите функциональную схему следящего электрического или гидравлического привода и поясните принцип его работы.

2. Приведите классификацию магазинных загрузочных устройств. Изобразите схемы различных магазинных устройств, поясните их конструктивные особенности и принципы работы.

3. Поясните устройство манипуляторов ПР. Какие типы кинематических пар применяются в манипуляторах ПР? Какие манипуляторы относятся к стреловым (телескопическим), шарнирным и шарнирно-стреловым? Что понимается под степенью подвижности ПР? Какие степени подвижности относятся к переносным (транспортным) и ориентирующим? Что понимается под рабочей зоной и рабочим пространством ПР?

4. Приведите схемы, поясните устройство и принцип работы револьверных подач с различными типами приводов. Укажите области применения револьверных подач.

Вариант № 15

1. Дайте общую характеристику электромеханического привода промышленных роботов. Поясните функциональное назначение его элементов. Перечислите типы применяемых электродвигателей. Укажите достоинства, недостатки и области применения ПР с электромеханическим приводом.

2. Охарактеризуйте основные требования, предъявляемые к автоматизируемым технологическим процессам.

3. Перечислите режимы работы ПР. Охарактеризуйте способы программирования ПР.

4. Укажите достоинства, недостатки и области применения ПР с пневматическим приводом.

Вариант № 16

1. Приведите схемы фотоэлектрических датчиков различных типов. Поясните их устройство, принцип действия и область применения.

2. Поясните устройство и принцип работы шибберных питателей с различными типами приводов. Охарактеризуйте возможности и области применения шибберных питателей.

3. Какие основные принципы необходимо соблюдать при организации автоматических и автоматизированных штамповочных линий?

4. Приведите примеры роботизированных технологических комплексов листовой штамповки.

Вариант № 17

1. Поясните назначение и приведите классификацию усилителей, применяемых в системах автоматики.

2. Дайте определение механизации и автоматизации. Назовите цели автоматизации производства. Приведите показатели технико-экономической эффективности автоматизации. Перечислите основные задачи, решаемые автоматизацией в штамповочном производстве. Какими методами и средствами осуществляется автоматизация кузнечно-штамповочного производства?

3. Приведите схемы и поясните принципы работы устройств для удаления деталей и отходов выносящего действия.

4. Перечислите требования, предъявляемые к захватным устройствам промышленных роботов (ПР). Приведите схемы фланцевого и быстросменного креплений захватных устройств к манипулятору ПР.

Вариант № 18

1. Приведите классификацию устройств для автоматической подачи непрерывного материала? Поясните условия совместной работы подающего устройства с прессом.

2. Перечислите функциональные механизмы автоматических бункерных загрузочно-ориентирующих устройств и поясните их назначение.

3. Приведите схемы и поясните принципы работы отсекателей (механизмов поштучной выдачи заготовок из накопителей).

4. Охарактеризуйте структуру ГПС и поясните функциональное назначение ее структурных элементов. В чем заключаются основные особенности гибкого автоматизированного производства?

Вариант № 19

1. Поясните особенности автоматизации технологических процессов штамповки с использованием непрерывного материала и штучных заготовок. Перечислите операции кузнечно-штамповочного производства, подлежащие автоматизации.

2. Приведите схему типового автоматизированного комплекса резки сортового проката на штучные заготовки и поясните схему его работы.

3. Поясните как производится расчет производительности автоматических бункерных загрузочно-ориентирующих устройств (АБЗОУ) и объем засыпки заготовок?

4. Приведите структурные схемы манипуляторов промышленных роботов, работающих в прямоугольной, цилиндрической, сферической и угловой (ангулярной) системах координат. Охарактеризуйте формы их рабочих зон.

Вариант № 20

1. Охарактеризуйте специфические особенности массового и серийного производства, формы их автоматизации. Каковы основные тенденции развития современного машиностроительного производства?

2. Приведите обобщенные структурные схемы автоматических (автоматизированных) линий штамповки из непрерывного материала и из штучных заготовок.

3. Приведите схему типовой роторной линии, поясните ее устройство, принцип работы, назначение и устройство технологических, загрузочных и транспортных роторов.

4. Поясните назначение и приведите примеры датчиков внутренней и внешней информации промышленных роботов (ПР). Какие требования предъявляются к информационным устройствам ПР?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Норицын, И. А. Автоматизация и механизация технологических процессовковки и штамповки / И. А. Норицын, В. И. Власов. – М. : Машиностроение, 1967. – 388 с.
2. Майзель, М. М. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов / М. М. Майзель. – М. : Высшая школа, 1964. – 580 с.
3. Зимодро, А. Ф. Основы автоматики : учебное пособие для техникумов / А. Ф. Зимодро, Г. Л. Скибинский. – Л. : Энергоатомиздат, 1984. – 160 с.
4. Смирнов, А. М. Основы автоматизации кузнечно-прессовых машин / А. М. Смирнов, К. И. Васильев. – М. : Машиностроение, 1987. – 272 с.
5. Попов, Е. А. Технология и автоматизация листовой штамповки : учебник для вузов / Е. А. Попов, В. Г. Ковалёв, И. Н. Шубин. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 480 с.
6. Добровольский И. Г. Автоматизированные комплексы, линии и участки цехов кузнечно-штамповочного производства : учебно-методическое пособие для студентов специальности Т.02.02.00 «Технология, оборудование и автоматизация обработки материалов» : в 3 ч. / И. Г. Добровольский, В. И. Любимов. – Минск : БГПА, 1998. – Ч. 1. Организационно-технические вопросы автоматизации кузнечно-штамповочного производства. – 54 с.
7. Любимов, В. И. Механизация и автоматизация кузнечного производства : учебное пособие для студентов специальности 1–36 01 05 «Машины и технология обработки металлов давлением» / В. И. Любимов. – Минск : БНТУ, 2004. – 38 с.
8. Любимов, В. И. Автоматизированные комплексы, линии и участки цехов кузнечно-штамповочного производства : учебное пособие для студентов специальности Т.02.02.00 «Технология, оборудование и автоматизация обработки материалов» : в 3 ч. / В. И. Любимов, И. Г. Добровольский, Л. А. Исаевич. – Ч. 2. Автоматические роторные и роторно-конвейерные линии.– Минск : БГПА, 1998. – 136 с.
9. Любимов, В. И. Организационно-технические основы гибкого автоматизированного производства : методическое пособие для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки металлов давлением» / В. И. Любимов, К. Е. Белявин. – Минск : БНТУ, 2012. – 200 с.

10. Юревич, Е. И. Основы робототехники : учебник для втузов / Е. И. Юревич. – Л. : Машиностроение ; Ленинградское отд., 1985. – 271 с.
11. Робототехника и гибкие автоматизированные производства : в 9 кн. / Ж. П. Ахромеев [и др.] ; под ред. И. М. Макарова. – М. : Высшая школа, 1986. – Кн. 2. Приводы робототехнических систем. – 175 с.
12. Ковка и штамповка : справочник : в 4 т. / А. Ю. Аверкиев [и др.] ; под ред. Е. И. Семёнова. – М. : Машиностроение, 1985. – Т. 1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка. – 568 с.
13. Автоматическая загрузка технологических машин : справочник / И. С. Бляхеров [и др.] ; под общ. ред. И. А. Клусова. – М. : Машиностроение, 1990. – 400 с.
14. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы : справочник / Ю. Г. Козырев. – М. : Машиностроение, 1988. – 392 с.
15. Семёнов, Е. И. Робототехнологические комплексы для листовой штамповки мелких деталей / Е. И. Семёнов, Н. Ф. Кравченко. – М. : Машиностроение, 1989. – 288 с.
16. Роботизированные производственные комплексы / Ю. Г. Козырев [и др.] ; под ред. Ю. Г. Козырева. – М. : Машиностроение, 1987. – 272 с.
17. Челпанов, И. Б. Схваты промышленных роботов / И. Б. Челпанов, С. Н. Колпашников. – Л. : Машиностроение ; Ленинградское отд., 1989. – 287 с.
18. Лабораторный практикум по теории, машинам и технологии обработки металлов давлением / под общ. ред. В. П. Северденко. – Минск : Вышэйшая школа, 1975. – 304 с.
19. Любимов, В. И. Автоматизированные комплексы, линии и участки цехов кузнечно-штамповочного производства. Промышленные роботы : лабораторный практикум / В. И. Любимов, И. Г. Добровольский. – Минск : Технопринт, 2002. – 76 с.
20. Любимов, В. И. Вспомогательное оборудование роботизированных технологических комплексов штамповки : методическое пособие для студентов специальности 0503 «Машины и технология обработки металлов давлением» / В. И. Любимов, М. С. Безверхий. – Минск : БПИ, 1989. – 50 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.....	5
1.1. Введение.....	5
1.2. Общие сведения об автоматических технических системах.....	7
1.3. Механизация и автоматизация процессов холодной штамповки из непрерывного материала.....	11
1.4. Механизация и автоматизация процессов холодной штамповки из штучных заготовок.....	14
1.5. Механизация и автоматизация процессов ковки и горячей штамповки.....	20
1.6. Автоматические линии и комплексы кузнечно-штамповочного производства.....	23
1.7. Гибкие автоматизированные производства (ГАП) и гибкие производственные системы (ГПС).....	26
1.8. Устройство и классификация промышленных роботов (ПР).....	31
1.9. Робототехнологические комплексы кузнечно-штамповочного производства.....	39
2. ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ.....	43
3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ.....	44
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	52

Учебное издание

**АВТОМАТИЗАЦИЯ, РОБОТОТЕХНИКА
И ГИБКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ**

Методические указания
для студентов заочной формы получения образования
специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки
материалов давлением»

Составитель
ЛЮБИМОВ Виктор Иванович

Редактор *Т. А. Зезюльчик*
Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 04.07.2014. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 3,14. Уч.-изд. л. 2,45. Тираж 100. Заказ 1014.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.